

# INFLUÊNCIA DO FLUXO INDUZIDO DO RIO SOBRE O AQUÍFERO - UM MÉTODO ÚTIL PARA DESCONTAMINAR O AQUÍFERO POLUÍDO<sup>1</sup>-

Seemanapalli V.K. SARMA<sup>2</sup> e Antônio De Araújo PEREIRA<sup>3</sup>

**RESUMO:** A influência do fluxo induzido sobre o sistema Rio-Aquífero foi pesquisada num aquífero adjacente ao rio em São Bento, PB. Os dados de CDRM sobre os poços foram utilizados. Investigou-se as zonas de captura do poço e de indução direta do rio. Os gráficos traçados são importantes no monitoramento do aquífero contaminado. Localizou-se o ponto de estagnação e a distância entre este e o poço que facilitou determinar a geometria da zona de extração. Desenvolveu-se um modelo no qual o fluxo regional não está na direção do rio ganhador, o qual permitiu avaliação da taxa máxima de bombeamento,  $\beta$  que induziria a infiltração do fluxo do rio ao poço. Os conceitos elucidados são úteis no controle da poluição dos agrotóxicos nas terras agrícolas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fluxo Induzido, Sistema Rio-Aquífero, Contaminação dos Aquíferos

**ABSTRACT:** The influence of induced flow on River-Aquifer system was investigated in an aquifer adjacent to the river in São Bento, PB. The data of CDRM on wells were used. The capture zones of wells and direct induction to the river were investigated. The graphs thus traced are important in monitoring the contaminated aquifer. The stagnation point was located and the distance between this and the well helped in determining the geometry of the extraction zone. A model in which the direction of regional flow was not coinciding with that of the gaining river was developed, which permitted evaluation of maximum pumping rate,  $\beta$  that induces infiltration of flow from the river to the well. These concepts elucidated here-in are useful in the control of pollution of agro-toxics in agricultural fields.

**KEYWORDS:** Induced Flow, River-Aquifer System, Aquifer Contamination

**INTRODUÇÃO:** O aquífero estudado pertence à bacia do rio piranhas próximo a São Bento, PB. e localiza-se na micro região de Catolé do Rocha com Lat. Sul de 6.5° e Long. Oeste de 37.80°. A construção dos poços foi em outubro de 1985 pela CAGEPA e ficou definido que quatro poços seriam suficientes para atender a demanda de 70 m<sup>3</sup>/h. Os valores de  $T=0,003\text{m}^2/\text{s}$  e  $K=0,0015\text{m}/\text{s}$  descrevam os parâmetros hidrodinâmicos dos aquíferos estudados. Tabela 1 mostra as cargas obtidas pela simulação da vazão obtida pela CAGEPA.

---

<sup>1</sup> Parte da dissertação de mestrado apresentado pelo 2° autor à UFPB.Convênio CNPQ.

<sup>2</sup> Professor, Área de R.H, Departamento de Engenharia Civil, UFPB, Campina Grande, PB

<sup>3</sup> Mestre em Recursos Hídricos, Departamento de Engenharia Civil, UFPB, Campina Grande, PB

Fluxo Bi-D Subterrâneo Aplicado À Proteção De Poços: O Fluxo bidimensional subterrâneo representa um papel particularmente importante na descontaminação de aquíferos e na proteção de poços. A área prioritária dos engenheiros do meio ambiente é a prevenção de poluição de água subterrânea. No caso dos poços de abastecimento de água, o objetivo é definir as zonas superficiais e subsuperficiais de onde o poço recebe água e os quais devem ser protegidas de fontes potenciais de contaminação. Os efeitos de um lençol freático inclinado sobre as zonas de transporte e contribuição serão de interesse no abastecimento público de água. Foram simuladas taxas de bombeamento de 1Q até 4Q, onde Q foi definido como aquela taxa adotada pela CDRM nos poços de produção. A equação diferencial usada na obtenção das cargas foi:

$$\frac{\delta}{\delta X} [k_{xx} \frac{\delta H}{\delta X}] + \frac{\delta}{\delta Y} [k_{yy} \frac{\delta H}{\delta Y}] + \frac{\delta}{\delta Z} [k_{zz} \frac{\delta H}{\delta Z}] + W(X, Y, Z, t) = S_s \frac{\delta H}{\delta t} \text{ ----- (1)}$$

onde H é a carga total;  $k_{xx}$ ,  $k_{yy}$  e  $k_{zz}$  são componentes principais do tensor do coeficiente de permeabilidade;  $S_s$  é o coeficiente de armazenamento específico, W representa fontes ou sumidouros de água dentro do aquífero (usualmente poços ou drenos). Infiltração Induzida Do Rio Para O Aquífero: Para o poço situado próximo ao rio, desenvolveu-se um modelo no qual a direção do fluxo regional não deverá ser perpendicular ao rio ganhador, mas se orienta em qualquer direção. O modelo poderá ser usado na determinação da taxa mínima de bombeamento que induziria a infiltração do fluxo de um rio ao poço e a distribuição espacial inclui o fluxo na zona da infiltração induzida do rio ao poço o qual é a zona de captura do poço, e a zona à jusante desta área, onde a água flui do rio para o aquífero e vice-versa, a qual é chamado zona do fluxo direto induzido. Estes conceitos elucidados pelo modelo poderão ser usados nos estudos de poluição subterrânea e as curvas traçadas facilitam a determinação das margens entre a zona de captura do rio e a zona do fluxo direto induzido (figura 1). O rebaixamento subterrâneo adjacente/ou abaixo do rio, ou um curso de água superficial, tal como um canal, poderá induzir o fluxo fora do corpo citado para um poço de bombeamento. O modelo de Newson e Wilson (1995) foi adotado aqui para determinar a distribuição espacial do fluxo do aquífero ao poço, o qual apresentará as redes de fluxo para diferentes angulações do fluxo regional. As curvas confeccionadas indicam a taxa de bombeamento necessária para induzir a infiltração ao poço, a porcentagem do fluxo assim induzido e as margens do zona de captura e a zona de fluxo induzido direto, para vários ângulos do fluxo regional, os quais poderão ser usadas para avaliar a poluição subterrânea e para localizar o posição ótima da bateria de poços. (ver Tabela 2). Este modelo determinará a distância segura do poço poluído por contaminantes, e nas situações onde o rio com boa qualidade de água poderá ser usado para diluir uma reserva subterrânea poluída. A tabela abaixo mostra os parâmetros usados na concepção da mesma. A taxa adimensional de bombeamento ( $\beta$ ), a qual é definida por  $\beta = Q_w / (q_a \pi d)$ ; abaixo de uma determinada taxa crítica adimensional de bombeamento ( $\beta_c$ ), todo fluxo derivado do poço vem do aquífero, e não há fluxo induzido da infiltração. A uma taxa adimensional crítica, o poço começa a receber água do rio, como taxa “incipiente” ou Threshold.

**CONCLUSÕES:** Para as vazões de 20.9, 40.00 e 80.80 m<sup>3</sup>/h, foram determinadas as contribuições do fluxo induzido da infiltração nos poços de produção localizados próximo a São Bento-PB. Os valores da taxa adimensional,  $\beta$  se limitam entre 6.36 e 52.5. O estudo mostra a influência da área de contribuição do fluxo induzido da

infiltração sobre a zona de captura do poço. O modelo forneceu quantitativamente os processos envolvidos e os parâmetros que influenciam as zonas especificadas. O estudo tem aplicações na descontaminação dos aquíferos poluídos por agrotóxicos e organoclorados e na limpeza dos mesmos através de métodos convencionais de bateria de poços de retirada da água poluída.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CDRM, Companhia de Desenvolvimento de Rec. Minerais, (1987), Abastecimento D'Água, Juripiranga. Ribeiro, J. Pires. C. Grande, 10/1987. pp. 1-59.  
 NEWSOM, J.M. e Wilson, J.L. 1990. The Effect of Ambient Flow Direction on Pumping near a Stream. Am.Geophy. Union, Baltimore, pp.703-711  
 RAMOS, F. et ali. "Engenharia Hidrológica", Coleção ABRH de Recursos Hídricos, Vol. 2. Rio de Janeiro, Ed. da EFRJ. 1989. p. 293- 404.

**TABELA 1** - Cargas centrais obtidas para varias taxas de bombeamento

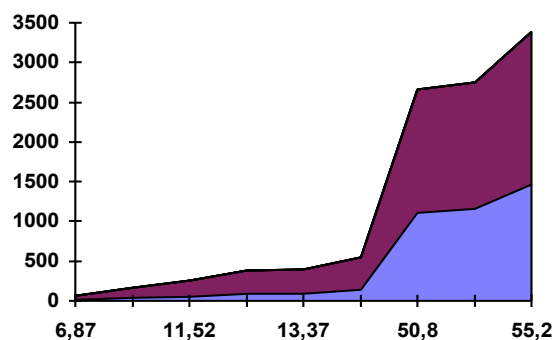
Q, m <sup>3</sup> /h	Sem Q	1*Q	2*Q	3*Q	4*Q	Carga, h, m	h <sub>extrema</sub>
20.90	92.71	92.59	92.48	92.37	92.25	93.03	92.39
40.00	92.71	92.49	92.27	92.06	91.84	93.03	92.39
80.80	92.71	92.27	91.83	92.39	90.95	93.03	92.39

onde Q= Vazão adotada pela CDRM, H= Carga no centro do poço, em metros.

**TABELA 2** - Parâmetros obtidos para o caso de São Bento para uma vazão de 80.80 m<sup>3</sup>/h

CASO	Q <sub>w</sub> (m <sup>3</sup> /h)	q <sub>a</sub>	L=2.Y <sub>g</sub>	Q <sub>a</sub>	β	β*	Q <sub>s</sub> /Q <sub>w</sub>	Q <sub>s</sub>	Q <sub>C</sub> =π.d.q <sub>a</sub>	4.43.Q <sub>C</sub>	Situações
1.0	80.80	0.1314	30.00	11.98	6.87	0.517	0.526	42.50	35.64	154.7	Q <sub>w</sub> <Q <sub>C</sub>
2.0	161.60	0.1901	64.00	36.86	9.49	0.715	0.594	96.00	51.6	224.0	Q <sub>w</sub> <Q <sub>C</sub>
3.0	242.40	0.235	69.80	49.70	11.52	0.867	0.63	152.7	63.7	276.0	Q <sub>w</sub> <Q <sub>C</sub>
3.95	319.16	0.268	102.30	83.07	13.28	1.00	0.66	210.6	73.24	319.0	Q <sub>w</sub> <Q <sub>C</sub>
4.0	323.00	0.270	105.61	86.38	13.37	1.01	0.67	216.5	73.5	318.0	Q <sub>w</sub> >Q <sub>C</sub>
5.0	404.00	0.362	132.40	145.24	17.28	1.301	0.74	258.6	98.22	369.6	Q <sub>w</sub> >Q <sub>C</sub>
9.845	782.52	1.08	315.98	1111.90	50.80	3.83	0.845	438.0	275.0	750.0	Q <sub>w</sub> >Q <sub>C</sub>
10.00	808.00	1.19	320.20	1152.70	51.57	3.88	0.85	444.4	282.6	762.7	Q <sub>w</sub> >Q <sub>C</sub>
10.52	850.00	1.34	362.00	1469.70	55.2	4.16	0.87	451.0	316.31	822.0	Q <sub>w</sub> >Q <sub>C</sub>

Q = 80.80 m<sup>3</sup>/h - Vazão fornecida pela CDRM; Q<sub>w</sub> = Vazão do poço submetida a diferentes taxas de 1Q a 4Q ; q<sub>a</sub>= Fluxo ambiente, Q<sub>a</sub> Fluxo ambiente total= q<sub>a</sub>LH,  
 H=Espessura do aquífero, L = largura da área de captura, d (28.50m)= Distância do poço à margem do rio,  
 β = Taxa adimensional corrigida, Q<sub>C</sub> = Taxa crítica (π . d . q<sub>a</sub>)



**FIGURA 1** - Soma das Contribuições do Fluxo e da Infiltração Induzida pelo Rio.  
 Eixo X: Taxa Adimensional de Bombeamento, β, Q<sub>w</sub>/(4πd)

Eixo Y:  $Q_a$  e  $Q_a+Q_s$ , sendo Fluxo e Fluxo+Infiltração Induzida,  $m^3/dia$